

# DEÁK ANTAL ANDRÁS\*

## *Az esztergomi reneszánsz vízgép nyomában*

Az esztergomi vár északi bástyája alatt, a Duna-parton, hajdan egy bővizű karsztforrás tört a felszínre.

A középkortól több történelmi adat szól arról, hogy ennek a forrásnak akkor még malomkerekek hajtására is elég ereje volt. A forrás a reneszánsz korban egy rejtélyes gépezetet hajtott, amely a vizet felnyomta a várba. Azok, akik látták vagy hallomásból ismerték, mind „csodálatos”, „bámulatos” jelzőkkel illették. Olyan leírás azonban, amely szerkezetét és működési elvét megnyugtató módon az utókor embere számára elárulná, nem maradt fenn. Maga a gépezet pedig a vár 1683. évi ostroma alkalmával elpusztult.

### I. EGY TÖRÖK UTAZÓ NAPLÓJA ÉS ANNAK NYOMÁN SZÜLETETT REKONSTRUKCIÓK

#### 1. Evlia Cselebi leírása

Vízgépünkről a legrészletesebb leírást a XVII. századi török utazó, CSELEBI adta (1663):

„Lenn a nagy külváros nyugati részének végén, a Kis kapun belül egy vízi gépezet van. [...] A Dunából jövő egészséges víz számára kerek vízmedence található. Ebben a medencében különféle hengerkerekek vannak...”

Eme hengerkerekeknél magasabban, egy tölgyfából készült, kocsikerék nagyságú hengerkerék van<sup>1</sup>, amelynek kerete körös-körül a szélén lyukas és így a vizet beeresztő ötven kis láda van rajta<sup>2</sup>, ez a hengerkerék azonban nincs a vízben úgy, mint az alsó hengerkerekek... Lenn, a Dunában levő fahengereknek kerekei és kötelei emberi ágyék vastagságú vaskerekek és kötelek. Némelyik kerék emberi kar vastagságú, s teve nyaka módjára girbegörbe, mesterséges kerék... E vaskerekek szélein ágyúgolyó formájú, negyven-ötven darab kerek vasgolyó van, ezen eszközökkel és kerekkel a különféle hengereket a víz erővel mozgásba hozza és a keréken levő golyók<sup>3</sup> a Dunára csapódván a Duna vizét erővel a vas csö[vek]be hajtják, és míg a kerekek forognak ezen golyók folyton egymást követik. A Duna vize ily módon fenn a belső várban levő csorgókút víztartójába ömlik.”<sup>4</sup>

A gépet kezelő idős gépész CSELEBI kérésére működésbe hozta a szerkezetet:

...”-A gépházban levő magas keréknek<sup>5</sup> vizet befogadó kis ládái vízzel teltek meg, amire a hengerkerekek azonnal forogni kezdtek. Nagy Isten! Olyan zörgés keletkezett, mintha az utolsó ítéletnek hirdetője volna. Némely kerekek jobbra, némelyek balra forogtak s valamennyi kerék, egyik a másikba kapcsolódván, óra módjára mind forogni kezdett.”

\* deak@mail.dunamuzeum.org.hu



## 2. Kísérletek a gép rekonstruálására

CSELEBI leírása a ma emberéhez KARÁCSONY IMRE – meglehetősen zavaros – fordításában jutott el. Erre támaszkodva a közelmúltban négy feltaláló is megkísérelte a gépezetet rekonstruálni.

Az egyik szerkezet konstruktőré, KOLUNBÁN GYÖRGYÖT a vízbe hulló ágyúgolyók ihlették meg. Gépét a forrás vize hajtja, és áttételek segítségével ágyúgolyókat emel és dob egy vízzel telt csőbe, amelyből szelepen át szökken a víz a várba vezető csőbe.<sup>6</sup> A gép látványos, de nem produkálja a kívánt nyomást.

A másik szerkezet megalkotóját, SZEPESI ZOLTÁN kollégánkat a CSELEBI által ecsetelt hatalmas zaj vezette, és a hanghullámok lökési energiáját használta ki.<sup>7</sup> Nála a lehulló ágyúgolyók nem a vízre, hanem egy harangra zuhannak. Gépe csak a keltett zajt illetően felel meg CSELEBI leírásának, de működik. Gyengéje, hogy az alkalmazott technikának semmilyen nyomát ebben a korban nem találni.

A harmadik koncepciót egy székesfehérvári feltaláló<sup>8</sup>, Tóth Péter dolgozta ki. Őt is a lehulló ágyúgolyók látványa irányította. Szerinte „*leeső golyókkal működtethető merülőhengeres vízpumpát*” alkalmaztak.

## II. A VÍZGÉPRŐL HÍRT ADÓ EGYÉB TÖRTÉNETI FORRÁSANYAG

WERNHER GYÖRGY:<sup>9</sup>

„*De most visszatérek a melegvízű forrásokhoz, és a Duna partján fekvő [...] Strigonium-hoz... Itt, a hegy lábánál, amelyre nagyszerű várat építettek [...] toronnyal körülvett melegforrás fakad. Ebből a forrásból olyan bőséggel tör fel a víz, hogy hajdan gabonaörlő malmot hajtott, most pedig tympanum10-szerű vízemelő11 gépet hajt, amellyel a vizet a Dunából föld alatti vezetéken az említett toronyba12 merítik13, majd a várba átömlesztik.*”<sup>14</sup>

Egy XVII. századi török kézirat a magyarországi török hódoltságról<sup>15</sup>

„*Esztergom [...]belső vára a Duna partján, igen magas helyen épült, de vize nincsen; ezért a legalsó várban, egy bizonyos helyre a Dunából vizet húzván, víztartó van készítve, ezen víztartó fölött van egy tympanum, s a víztartóból a várba menő, vastag és vékonyabb rézcsövek vannak alkalmazva. Midőn a tympanumot forgatják, a víz a reá gyakorolt nyomás következtében a várba foly.*”

## III. A VÍZGÉP SZERKEZETÉNEK NYOMÁBAN

Itthon, Bécsben, Bolognában, Firenzében, Modenában kérdeztünk meg szakembereket, kutattunk levéltárakban, de nem jutottunk előbbre.

Prágában egy konferencián előben tárgyalhattuk meg a reneszánsz vízemelés témáját ALBRECHT HOFFMANNAL, a „*A reneszánszkor vízellátása*”<sup>16</sup> egyik szerzőjével. Sem ő, sem szerzőtársa, a Sienai Egyetem professzora, DUCCIO BALESTRACCI nem tudott olyan esetről, hogy az esztergomihoz hasonló magasságba egy lépcsővel vizet tudtak volna emelni.

Állításukat nem vettük készpénznek. Kutatásunk során az ókorig nyúltunk vissza. Meglepő információkra bukkantunk:

VITRUVIUS (Marcus Vitruvius Pollio, meghalt Kr. u. 10 táján) „*Tíz könyv az építészetről*”<sup>17</sup> c. könyvének 5. fejezetében KTESZIBIOSZ (Kr. e. 3. sz.!) két dugattyús vízemelőjé-vel foglalkozik. „*Még Kteszibiosz*”<sup>18</sup> gépéről kell szólnom – mondja -, *amely a vizet nagyon magasra képes szállítani.*”

Számunkra fontos eleme a leírásnak, hogy a szerkezet dugattyúval, a folyamatos vízszállítást biztosító légüst közbeiktatásával működött.

Közel másfélszáz évvel később, mint a mi esztergomi vízgépünk feltételezett építése, – 1606-



ban – Németországban is készítettek egy olyan víznyomó szerkezetet, amelynél a földrajzi adottságok szinte tökéletesen megegyeztek az esztergomiéval. És ez a szerkezet, a Heidenheim melletti *hellensteini kastély vízműve*, több, mint 100 m magasra nyomta fel a vizet! A szerkezet konstruktórének lapszéli rajzokkal illusztrált leírása fennmaradt.<sup>19</sup>

Az egyik korabeli forrás így emlékezik meg róla: „Egyébként egy nagyszerű malom [Mühlwerk] is létezik itt. És a vizet egy nagy kerékkel egy bővízű forrásból a várba, úgy tizennyolcezer láb magasra nyomják fel [...].»<sup>20</sup>

A tömítéseket ritkán kellett cserélni: «negyedévente csak egyszer kell tömíteni» - , mondja a korabeli forrás. Magáról a nyomószerkezetről nem sokat tudunk. Egyszerű hengerek lehettek tárcsás dugattyúkkal, és mindegyik egy-egy szívó és nyomó szeleppel.<sup>21</sup>

A konstrukciónak gyengéi a fogaskerék fogai voltak, amelyek rendre kitörték. Ezért az egész szerkezetet forgattyús tengelyes vízpumpává alakították át. A vízmű a jó 100 m magasban lévő kastélyba – becslések szerint – 0,3 l/s vizet szállított.

STEFAN HOPFERWIESER: „Der Führer im Gebiete des Wasserleitungwesens...”<sup>22</sup> egyik fejezete az esztergomi terepadottságokhoz hasonló helyzetre ír le vízpumpát megfelelő műszaki adatokkal, kérék és csőátmérőkkel. Ezért – jóllehet 19. sz-i munka -, hasznosnak tartjuk a Vízemelés kerékmeghajtással c. fejezetét megemlíteni. Idézzük: „Ha az az objektum, amelyhez a vizet fel akarjuk juttatni, 60 méterrel magasabban fekszik, mint a kiszolgáló forrás, és ez olyan nagy, hogy 15 cm mélységben és 30 cm szélességben áramlik, akkor 1 ¼ m esés mellett 24 óra alatt 80–100 hektoliter vizet lehet nyerni.”

„A Nyomóművek; Nyomás alapján működő vízemelőgép” című fejezetben a dugattyú készítéséről, a tömítés módjáról ír: „Az ábrán olyan nyomó rendszerű vízemelőt mutatunk, amelyet praktikus építési módja és egyszerű belső szerkezete miatt, mint a legcélravezetőbbet merjük ajánlani... A dugattyút, amelynek segítségével a vizet emeljük, mivel állandó súrlódásnak van kitéve, gondosan leasztergályozott és megcsiszolt fémből készítjük, és tömítését a tömítőszelence segítségével érjük el, amelybe a tömítőanyag gyanánt jól megtisztított, olvasztott faggyúval átítatott kócot helyezünk. Erre a tömítőszelencére egy jól illeszkedő fedelet teszünk, amelyet csavarokkal erősen rászorítunk. [...] A nyomással működő vízemelő gépeknek fontos alkatrésze [...] a légüst (Luftspeiser). Ez [...] nemcsak [...] a működéshez szükséges [...] levegőt pótolja, hanem a légüst az, amely a víz áramlását szabályozza, amennyiben általa a vízszugár állandóan egyenlő erősségű marad.”

A vízikerekekről szóló rész számunkra azért különösen érdekes, mivel kifejezetten az Esztergomi forrás és várhegy adottságaira közöl számításokat: „Egy 60 méter magas hegynél, továbbá 15–30 cm átmérőjű, 1 ¼ m lejtéssel áramló víz esetében 4 m átmérőjű és ½ m széles vízi kereket kell alkalmazni...” Egy ilyen gép 24 óra alatt 500–1000 hektoliter vizet képes a hegyre felnyomni!

#### IV. KÍSÉRLET A VÍZGÉP REKONSTRUÁLÁSÁRA

##### Földrajzi adottságok

A „malomkereket” hajtó verpeci forrás a Duna átlagszintje felett 1–2 m-re tört a felszínre. Ezért vizét a tornyon belül, mintegy forrás-foglalásban, kb. 4-5 m-re felduzzasztották, és egy túlfolyón felülről engedték rá a malomkerékre. Maga a „malomkerék”, feltehetően a tornyon kívül, a Malombástya védelmében működött.<sup>23</sup>

##### A vízemelés a várba két fázisban történt

A fentebb idézett történelmi források gondos szemrevételezése egyértelműen ebbe az irányba tereli gondolatunkat.

WERNHER: „... A vizet a Dunából föld alatti vezetéken az említett toronyba merítik [1. fázis], majd a várba átömlesztik [2. fázis].”



A 17. századi török kézirat: „... Egy bizonyos helyre a Dunából vizet húzván, víztartó van készítve [1. fázis], ezen víztartó fölött ... a korongot forgatják, a víz a reá gyakorolt nyomás következtében a várba foly [2. fázis].”

#### A fenti két leírás értelmezése

A Duna szintje tájáról a vizet WERNHER szerint a Verpec-torony belsejébe emelték egy, külön erre a célra épített ciszternába. Ide nem gravitációs úton, hanem „merítve”, beléje „vizet húzván” jutott a víz. Ezt a munkát a forrás vize által hajtott vízikerék végezte el, ami a vízmű munkájának az első fázisa volt.

A tornyon belül, a Duna szintje fölött 4-5 méterre lévő, az előbb említett ciszternából továbbították a vizet a várba. Ezen ciszterna fölé-belé szerelték azt a szerkezetet – a török kézirat szerint a korongot –, amelyet, ha forgattak, az a vizet a várba nyomta. Ez volt a vízmű munkájának a második fázisa.

Megjegyezzük: A vizet a várba nyomó szerkezetet azért működtették egy külön víztartályban, hogy ha kell, a vizet leereszthessék róla, és a szükséges karbantartási, javítási munkálatokat szárazon végezhesék el.

#### A vízgép szerkezetére vonatkozó következtetések

A vízemelés első fázisát labdás vízemelő végezte. Elképzelésünket ugyancsak két mozaik-információ támogatja.

CSELEBI azt mondja, hogy „a Duna medencéjében lévő gömbszerű vasgolyók egymás után a Duna vizét [!] a vasból készült vízcsőbe<sup>24</sup> lökték”. Szemléletünknek leginkább az felel meg, hogy ezek a vasgolyók felülről csapódtak a csőbe, felülről hullva adták át a vizet a várba juttató energiájukat. A fent idézett mondat azonban inkább valószínűsíti azt, hogy mindez fordítva történt: alulról lökték, terelték a golyók a vizet a csőbe. Ezt a szemléletet támogatja az a kitétel, hogy ezek a golyók a legalul lévő Duna-vizet „lökték” illetve „merítették” a csőbe. Így értelmezve a leírtakat kézenfekvő, hogy egy labdás vízemelőre kell gondolni. A malomkerék hajtott tehát egy olyan kereket, amelyen „tevenyakhhoz hasonló” karok nyúltak a láncra vagy kötélre fűzött vasgolyók alá, és ily módon „pater noster”-szerűen továbbították egyiket a másik után – természetesen nagy csörgés-zörgés kíséretében, amit a fedett helyiség kis légtere még fel is erősített. A „labdák”, „ágyúgolyók” által a csőbe terelt vízoszlop dugattyúként folyamatosan szívta maga után letről azt a vizet, amelyet aztán abba a ciszternába vezettek, amelyben a vár vízellátását biztosító dugattyúkat hajtó „tympanon”, azaz korong forgott.

Elképzelésünk összhangban van nemcsak EVLIA CSELEBI leírásával, hanem a többi idézett forrásával is.

A modenai Számadáskönyv-ből fentebb már ugyancsak idéztük: „Tamás úrnak 25 dénárt fizettek, hogy csináltasson egy labdát a szökőkút számára (una palla per l'arco dell' aqua)”. Mivel pedig a várban nemhogy szökőkút, de víz sem volt, itt csak a mi vízművünk jöhet számításba.

A vízemelés második fázisát a Kteszibiosz nyomána Vitruvius által leírt dugattyús szerkezet végezte

Ennek az állításnak az alátámasztására idézzük a már ismert szövegrészeket:

WERNHER: „most pedig tympanumhoz hasonló vízemelő gépet hajt”.

Török kézirat: „ezen víztartó fölött van egy tympanum... Midőn a tympanumot forgatják, a víz a reá gyakorolt nyomás következtében a várba foly.”



## V. VÉGKÖVETKEZTETÉSEK

A vízgép rekonstruálására vállalkozó feltalálóink helytelenül értelmezték CSELEBI leírását. A vasgolyók nem felülről hullottak egy vas csőbe, hanem alulról terelték a 'Duna' vizét a csőbe. Ez a víz nagy valószínűséggel a forrásnak a kerék meghajtását elvégző vize volt. A szerkezet pedig egy labdás vízemelő.

Arra az ellenvetésre, hogy miért kellett a vizet újra felhozni, ha már egyszer fent volt, válaszul álljon itt a 3-4. századból származó Barbegal-i „*csodamalom*”, amely örvölt, és vizet emelt egyidejűleg<sup>25</sup>.

Jelen esetben helytelen a „*tympanon*” szónak harang jelentést tulajdonítani, miként tette az egyik feltaláló<sup>26</sup>, mivel arra valamennyi leírás rácsafol: „[...] *Most pedig tympanumhoz hasonló vízemelő gépet hajt*” (WERNHER); „*Midőn a tympanumot forgatják, a víz a reá gyakorolt nyomás következtében a várba foly*” (Török kézirat).

A VITRUVIUS-, SCHICKHARDT- és HOPFERWIESER-szövegek tanúsága szerint képesek voltak a reneszánsz idején olyan dugattyúkkal működtetett vízgépet szerkeszteni, amely a vizet a Duna szintjéről az esztergomi várba nyomta.

Végül nyilvánvaló, hogy a forrás vize által hajtott vízikerek két szerkezetet működtetett: a vizet a Duna szintjéről felhozó *labdás vízemelőt* és az általa felemelt vizet a várba továbbító „*tympanon*”-t, azaz tömör kereket, korongot, amelyhez a *víznyomó (pumpa)* dugattyúkarját rögzítették.

<sup>1</sup> .Lentebb „magas kerék”-nek nevezi a meghajtó kereket, és nem 'magas hengerkeréknek'! Következőleg – amennyiben helyesnek vesszük a „hengerkerék” fordítást, itt csak a labdás vízemelő hengerkerékére gondolhatunk, míg lentebb, amikor csak kerékről, azaz „magas kerékről” szól, a malom, illetve vízi kerékre. – Abszurdnak tűnik ugyanis, hogy egy közönséges kocsikereket magasnak nevezzen. Feltételezhetően itt is fordítói pontatlanságok köszönnek vissza. Továbbá „hengerkerékek”-ről szól, ami a mellékletben hozott labdás vízemelő meghajtó hengereit idézi. Egyébként ez az egész Cselebi-szöveg nagyon zűrzavaros, összefüggéstelen, ellentmondásos, így biztosra vehető, hogy a fordítás rossz. Nem lehet és nem is szabad szó szerint hagyatkozni rá.

<sup>2</sup> Lentebb a vasgolyók száma is negyven-ötven, ami felveti annak gyanúját, hogy egy és ugyanazon kerékről van szó.

<sup>3</sup> A vasgolyók tehát nem szabadon röpködnek, hanem a keréken „vannak” - magyarul: lógnak. Ezt a szemléletet erősíti meg a mondat további része: „*míg a kerekek forognak, ezen golyók folyton egymást követik*.”

<sup>4</sup> Fordítását ellenőrizni kellene, mert szerintünk nem várat, hanem „tornyot” kellett volna fordítani. Hiszen a rá következő sorok szólnak arról, hogy a csövek a vizet föl, az igazi esztergomi várba viszik. A leírás logikája alapján tehát a szövegrész az alábbi módon értelmezhető: a vasgolyók a Duna szintjéről a vizet felhozzák egy, a Verpec-toronyban lévő ciszternába, innét pedig azt a vascsöveken a „háromszáz rőf magasságban lévő csorgókútba” továbbítják.

<sup>5</sup> A szerkezetet meghajtó kerék tehát „magas”, azaz hatalmas volt. A kocsikerék méretű kerék elképzelésünk szerint a labdás vízemelő kereke lehetett.

<sup>6</sup> Dr. Kolunbán György, jogász, helytörténész. Alapvető érdeme, hogy felhívta a figyelmet a gép létezésére.

<sup>7</sup> Megalkotója: Szepesi Zoltán, mérnök tanár

<sup>8</sup> Tóth Péter, feltaláló

<sup>9</sup> De admirandis Hungariae Aquis hypnomnematation (1542-43-ból)

<sup>10</sup> A Tympanum szó jelenthet dobót, de lehet a jelentése: tányérkerék, malomkerék (nehéz terhek emelésére), tömör kerék, csigakerék, henger, „dob”, az újkorban: mély, kerék tál.

<sup>11</sup> Machinam haustorium – „vizet merítő gép” lenne a szó szerinti fordítása.

<sup>12</sup> A szöveg különbséget tesz a Verpec-torny és a vár között: A szerkezet a vizet előbb a toronyba meri („in turrim hauritur), majd a várba továbbítja (in arcem transfunditur).

<sup>13</sup> „hauritur” merítettetik. A leírás nyilván laikus, de mivel itt a fordításnál a szinonimák is jelentőséget nyerhetnek, a szó szerinti értelem megadása mellett döntöttünk.

<sup>14</sup> „...nunc machinam haustorium similem tympano impellat, qua aqua e Danubio per subterraneum cuniculum in eam, quam dixi, turrim admissa hauritur, et in arcem transfunditur.” In: Bél Mátyás: Scriptores rerum Hungaricum veteres ac genuini. 1746. I. p. 851.



- <sup>15</sup> Századok, 1870. pp. 297-308. Török eredetiből fordította. Címe: „Legbiztosabb út a városok és országok megismerésére”. Lelőhelye: Nationalbibliothek, Bécs. Lsz. 1278. (Bálint Sándor által megadott szám. Sem szerzőjét, sem keletkezésének idejét nem ismerjük.)
- <sup>16</sup> Die Wasserversorgung der Renaissancezeit. Verlag Philipp von Zabern, Mainz am Rhein, 2000.
- <sup>17</sup> Fordította: Deák Antal András
- <sup>18</sup> Kteszibiosz alexandriai feltaláló, Kr. e. III. század első felében élt.
- <sup>19</sup> Hauptstaatsarchiv Stuttgart, Sign.: N 220/T 149.
- <sup>20</sup> Merian, M. 1643: Topographia Sueviae. Frankfurt a. M.
- <sup>21</sup> Winfried Müller: Die Wasserkunst des Schlosses Hellenstein bei Heidenheim. (Die Wasserversorgung in der Renaissancezeit. Verlag Philipp von Zabern. Mainz am Rhein. 2000. Geschichte der Wasserversorgung, Band 5; Herausgeber: Frontinus-Gesellschaft e. V. Anhang, p. 260.)
- <sup>22</sup> Teljes címe: Der Führer im Gebiete des Wasserleitungwesens oder Praktischer Ratgeber zur Verfertigung u. Behandlung der bewährtesten Arten von Wasserhebemitteln als Stosshebemaschinen, Druckwerke, Wasserleitungen mittelst Radbetriebes, Saug- u. hölzernen Pumpen. Amstetten, 1876. Technisches Museum Wien – Bibliotheka. 6.297/11
- <sup>23</sup> Ez a megállapítás 1543 utánra érvényes, mivel Alessandro Vitelli irányításával - erről fentebb már szó volt -, ekkor építették a Malombástyát.
- <sup>24</sup> A szó többszámban szerepel Karácson fordításában, de nyilvánvalóan helytelenül, hiszen akár azt a csövet vesszük, amelybe az ágyúgolyók „csapódtak”, akár a várba vivő vezetékét, mindkét esetben az egyszám a helyes.
- <sup>25</sup> Erfindungen der Menschheit. Sigloch Edition, Blaufelden, év nélkül. (2000 táján).
- <sup>26</sup> Szepesi Zoltán